© THE QUEEN'S PRINTER FOR ONTARIO
2002

REPRODUCED WITH PERMISSION

L'IMPRIMEUR DE LA REINE POUR L'ONTARIO

REPRODUIT AVEC PERMISSION

micromedia
a division of IHS Canada

20 Victoria Street
Toronto, Ontario M5C 2N8
Tel: (416) 362-5211
Toll free: 1-800-387-2689
Fax: (416) 362-6161
Email: info@micromedia.on.ca

FACTSHEET

ISSN 1188-712X ©Queen's Printer for Ontario

Agdex#: 751 Publication Date: 11/90

Order#: 90-227 Last Reviewed:

Title: Use of Rock in Erosion Control Projects

Division: Agriculture and Rural Division
History: Revision of Factsheet "Use of Rock in Erosion Control Projects," May
Written by: R.P. Stone and D. Hilborn

Table of Contents

1. Types of Erosion Control Systems Requiring Rocks or Stones
2. Advantages
3. Disadvantages
4. Sizing Rocks or Stones
5. Shape of the Rocks and Stones
6. Gradation of Stones
7. Determination of the Median Stone Diameter (D_{50})
8. Placement of the Stone Riprap
9. Thickness of a Layer of Stone Riprap
10. Filter Media
11. Maintenance Requirements
12. Assistance
13. For more information ...

Rock and stone are used as components in many erosion control systems. They normally absorb the erosive energy in the water and dissipate this energy to the base below.

Types of Erosion Control Systems Requiring Rocks or Stones

1. **Rock Chute.** This structure uses stones to drop a medium volume of water from one elevation to another. It is usually used in conjunction with a grassed waterway or open ditch.
2. **Watercourse Lining.** This lining protects the sides and bottom of the watercourse to prevent erosion or allow for a higher flow. Also, steeper sideslopes and narrower channels can be considered. Slumping prevention, due to side seepage, is another use of a watercourse lining.

Figure 1. Stone used as a watercourse lining providing corner protection.

3. **Gabion Baskets.** Stones are used as the filler for the baskets. The gabion wire confines the rock which prevents rock movement and allows for higher velocities of water. Also, steeper slopes can be used which may be necessary in some projects.

Figure 2. Stones used as filler in gabion baskets.

4. **Low Level Crossings.** Rocks or stones often are used to prevent erosion from vehicle access through the bottom of a watercourse.
5. **High Stress Area Protection.** Rocks or stones are used to prevent erosion in specific locations such as under tile drainage outlets, around ditch bank corners, beside drop structure inlets or on emergency spillways.

| Top of Page |

Advantages

1. Full protection occurs right after installation. No establishment period is required as is the case for vegetative linings.
2. Stone has some ability to heal itself. If a stone is moved because of excessive erosive energy, often replacement stones will roll in from a higher elevation.
3. Rocks or stones have the ability to shift or float with base or foundation movements. This eliminates any voids which may cause increased stress on the system.
4. Stone may be the most economically viable structure, especially if properly sized and shaped stones are available locally.

Disadvantages

1. If the rocks or stones have to be transported from a long distance, the cost can become prohibitive.
2. Sometimes it is hard to specify and obtain a specific type of stone.
3. Movement of rocks or stones from truck access point to the project can be expensive and could cause compaction especially under wet conditions.
4. High drops, greater than 1.5 meters (5 feet), usually can't be handled by a rock system.

| Top of Page |

Sizing Rocks or Stones

1. Diameter. The most common method is to grade rocks or stones according to diameter. Many Ontario Quarries have stone available in gradients ranging from 50 mm (2") in size to 250 mm (10"). Larger stone (often called armour rock) normally is available by special order. Smaller sized stone is available, however, its use in erosion projects is very limited.
2. Weight. Weight is sometimes used in grading or specifying stone size. However, in many cases, the relationship between weight and diameter is required to design and complete a project. Table 1 gives an approximate conversion.

Table 1. Relationship between Diameter and Weight for Angular Shaped Rocks

Diameter		Weight	
mm	in	kg	lb
50	2	0.25	0.5
100	4	2	4
150	6	7	15
200	8	16	35
250	10	34	75
300	12	50	110

Assumptions Used
- rock density of 2400 kg/m^3 (150 lb/ft^3)
- rock is cubic in shape
- dimension is approximately 10% less than diameter specified

| Top of Page |

Shape of the Rocks and Stones

Most rocks or stones used in erosion projects are angular or jagged in shape. This is important to ensure that the stones will "knit" themselves together. This "knitting" action will tend to tie the rocks together as a system. If a high erosive force is encountered on one component (i.e. rock) the force will be distributed by this action to the whole system.

Rounded stones commonly found on most farm fields will not be effective in most erosion projects. If they are used, special provisions will be required to ensure that they work effectively.

Broken concrete can substitute for rocks or stones provided that they have an angular shape and a size relatively similar to the rock size required. This concrete must be resistant to weathering, frost

action and water action. Additional debris such as reinforcing rods should be removed or accounted for in the design.

The rocks, stones or concrete should not have a breadth or thickness less than one-third of its length.

| Top of Page |

Gradation of Stones

A dense mass of well graded randomly placed angular shaped stones has been proven to be much superior to a mass of large stones with correspondingly large voids. In other words it is important that a range of stone sizes be used in a project. This will fill the voids and ensure that the stones will "knit" themselves together.

To specify a gradation one first has to select a D_{50} which stands for the median stone diameter. In other words 50% of the total weight of stone will have a size greater than the D_{50} and 50% of the total weight will have a size smaller than the D_{50}. This D_{50} is usually used to order the stone size (see previous section on stone size).

Table 2 shows the approximate ratios of size required to give a good gradation.

Table 2. Gradation of Rock and Stone

Size of Stone	Percent of total weight smaller than the given size
3K	100
2K	80
K	50
0.1K	10

K is the specified D_{50} size
From Ministry of Transport and Communications article on Rock RipRap 1978

The above table states that, for example, if a D_{50} rock = 200 mm (8") or 1.6 kg (3.5 lb) is required, 10% of the rocks will weigh 1.6 kg (3.5 lb) or less, 50% of the rocks should weigh 16 kg (35 lb) or less, 80% of the rocks should weigh 32 kg(75 lb) or less and all the rocks should weigh less than 48 kg lb). One must always remember that this is only an ideal gradation. In actual practice it is impossible obtain this exact gradation, therefore, one can only strive to get as close as possible.

| Top of Page |

Determination of the Median Stone Diameter (D_{50})

Other publications, available from the Ontario Ministry of Agriculture and Food, have charts relating stone size to the waterflow expected.

Placement of the Stone Riprap

Studies by the United States Corps of Engineers have shown that hand placed riprap was not any better than an equivalent thickness of dumped and shaped riprap. Therefore, placement methods should depend on the size of job, access of equipment and availability of necessary labor.

Thickness of a Layer of Stone Riprap

Usually the thickness of a riprap layer should be 1.5-2.0 times the diameter of the largest stone size but not less than 0.5m (18"). If the individual design specifies a different thickness it should be followed.

| Top of Page |

Filter Media

A filter medium is normally required under the stone riprap to prevent losses of the base material caused by surface or ground water flow through the riprap. This medium can either be a granular filter layer or a synthetic filter fabric.

Maintenance Requirements

Maintenance of stone or rock structures is required to ensure a long life expectancy. Steps should be as follows.

1. Inspect the structure frequently especially after a large storm. Check to see if any movement of the rock has taken place. The void created by the displaced or shifted rock may have been filled by rocks rolling in from a higher elevation. If this has occurred the rock bank at the top of the structure will have to be refilled periodically. Also, one must watch for voids in the rocks which have not been refilled. If these occur regularly changes should be made to the structure before complete failure occurs.
2. Watch for foundation or base movement. This is usually caused by a poorly placed or damaged filter material. Often another filter cutoff will have to be installed to prevent water from tracking under the filter material.
3. Take care of other erosion and/or drainage systems above and below this structure. Failure of these may cause failure of the rock structure due to undermining, siltation or increased flow.

| Top of Page |

Assistance

Qualified erosion control contractors and consulting engineers are available for assistance in the design and construction of erosion control structures. Conservation Authorities may offer technical assistance and construction supervision in some areas of the province. Other erosion control factsheets and information are available at the local offices of the Ontario Ministry of Agriculture and Food.

All erosion control projects must comply with existing legislation, i.e. Lakes and Rivers Improvement Act, Fisheries Act, etc.

Financial Assistance may be available from the Ontario Ministry of Agriculture and Food or other government agencies. Make sure that all necessary criteria of the grant are satisfied both before and during construction

This Factsheet was authored by: R.P. Stone and D. Hilborn, Engineering Resources Unit, Resources Managment Branch

For more information...contact R.P. Stone at bob.stone@omafra.gov.on.ca or D. Hilborn at don.hilborn@omafra.gov.on.ca

| Top of Page |

| Engineering Home Page |

| Central Site | Feedback | Search | Site Map | Français |
| Home | What's New | Calendar | Products | News Releases |

Ontario

This site maintained by the Government of Ontario, Canada

This information is provided as a public service, but we cannot guarantee that the information is current or accurate.
Readers should verify the information before acting on it.

Feedback and technical inquiries to engineering@omafra.gov.on.ca
© Copyright 2002 Queen's Printer for Ontario
Last Updated: May 30, 2001

Ontario

ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales

FICHE TECHNIQUE
ISSN 1188-7138 Imprimeur de la Reine pour l'Ontario

Agdex: 751 Date de publication: 05/95
Commande no. 95-034 Dernière révision: 05/95

Titre: Utilisation de la roche dans les ouvrages de lutte contre l'érosion

Division: Agriculture et affaires
Situation:
Rédacteur: R.P. Stone et D. Hilborn

Table des matières

1. Introduction
2. Avantages
3. Inconvénients
4. Dimensions des roches ou des pierres
5. Forme des roches et des pierres
6. Répartition des pierres de différentes tailles
7. Détermination du diamètre moyen des pierres (d50)
8. Disposition des enrochements
9. Épaisseur de l'enrochement
10. Matériau filtrant
11. Exigences d'entretien
12. Aide technique

Introduction

On utilise la roche et la pierre dans de nombreux ouvrages de lutte contre l'érosion. Ces matériaux absorbent normalement les forces érosives de l'eau et transmettent l'énergie à la fondation sous-jacente.

Exemples d'ouvrages anti-érosifs utilisant roches ou pierres

1) **Aménagement d'une descente enrochée.** Dans ce genre d'ouvrage, on utilise la pierre pour guider des volumes d'eau moyens le long d'un plan incliné. Les descentes enrochées s'accompagnent habituellement de voies d'eau ou de fossés gazonnés.

2) **Enrochement d'un cours d'eau.** L'enrochement protège les berges et le lit du cours d'eau afin de prévenir l'érosion et d'assurer un meilleur écoulement de l'eau. Il résout les problèmes que posent les fossés plus étroits et les fortes dénivellations. L'enrochement prévient de plus le décrochement dû au suintement latéral.

Figure 1. Enrochement destiné à protéger les berges dans une courbe.

3) **Gabions.** On utilise la pierre comme matériau de remplissage des gabions. La claie grillagée confine la pierre et l'empêche de se déplacer. Les gabions résistent donc à des débits d'eau plus importants. Ils conviennent également à des dénivellations plus fortes et sont en conséquence nécessaires à certains projets.

Figure 2. Pierre utilisée comme matériau de remplissage des gabions.

4) **Traverses submergées.** Les roches ou les pierres servent souvent à prévenir l'érosion aux endroits où la machinerie traverse les cours d'eau.

5) **Protection des zones fortement menacées par l'érosion.** Les roches ou les pierres servent à prévenir l'érosion à des endroits précis tels que sous les sorties de drainage souterrain, le long des berges concaves dans les courbes, aux entrées des ouvrages pour la descente des eaux ou aux déversoirs de secours.

| Haut de la page |

Avantages

1) Protection complète dès l'installation. Aucun délai d'implantation, contrairement aux couvertures végétales.

2) Possibilité d'auto-remplacement des pierres. Les pierres qui se déplacent sous l'effet d'une force érosive excessive sont souvent remplacées du fait du processus d'éboulement.

3) Capacité des pierres de se déplacer ou de s'adapter aux mouvements de la base ou des fondations, éliminant ainsi les vides qui donnent prise à l'érosion.

4) Caractère économique du matériau, surtout si l'on trouve localement des pierres de la dimension et de la forme recherchées.

| Haut de la page |

Inconvénients

1) Frais de transport parfois exorbitants, si la distance à parcourir est grande.

2) Difficulté à préciser et à se procurer le type de pierre recherché.

3) Acheminement des roches ou des pierres du point d'accès des camions jusqu'à l'ouvrage en cours d'aménagement pouvant entraîner des coûts élevés et le compactage du sol, si ce dernier est gorgé d'eau.

4) Inefficacité des enrochements pour la plupart des dénivellations supérieures à 1,5 m (5 pi).

| Haut de la page |

Dimensions des roches ou des pierres

Deux méthodes servent à déterminer et à préciser les dimensions des pierres.

1) **Diamètre.** La méthode la plus courante consiste à classer les roches ou les pierres selon leur diamètre. De nombreuses carrières de l'Ontario vendent la pierre selon des calibres qui varient de 50 mm (2 po) à 250 mm (10 po). Les pierres plus grosses (pour les enrochements de protection) doivent normalement faire l'objet de commandes spéciales. On peut par ailleurs se procurer des pierres plus petites, mais leur utilisation dans les ouvrages anti-érosifs est très restreinte.

2) **Poids.** On utilise parfois le poids pour classer ou préciser la taille des pierres. Toutefois, bien souvent, la conception et la réalisation d'un projet obligent à connaître le rapport entre le poids et le diamètre. Le tableau 1 établit une correspondance approximative entre le poids et le diamètre des pierres.

Tableau 1. Rapport entre le diamètre et le poids des pierres angulaires

Diamètre		Poids	
mm	po	kg	lb
50	2	0,25	0,5
100	4	2	4
150	6	7	15
200	8	16	35
250	10	34	75
300	12	50	110

Hypothèses :

- La roche a une densité de 2 400 kg/m3 (150 lb/pi3);
- Les pierres sont de forme cubique;
- Les dimensions réelles sont environ 10 % inférieures au diamètre précisé.

| Haut de la page |

Forme des roches et des pierres

La plupart des roches ou des pierres utilisées dans les ouvrages de lutte contre l'érosion sont de forme angulaire afin de pouvoir s'imbriquer les unes dans les autres et former une masse stable. De cette façon, si une pierre est soumise à une force érosive importante, la force sera transférée à toute

la masse.

Les pierres rondes qu'on trouve fréquemment dans les champs conviennent rarement aux ouvrages anti-érosifs. On doit, si on les utilise, prendre certaines précautions pour s'assurer qu'elles rempliront leur rôle.

La blocaille de béton peut remplacer roches ou pierres, pourvu qu'elle soit de forme angulaire et de dimensions comparables aux roches prévues pour le projet. Cette blocaille doit être résistante aux intempéries ainsi qu'à l'action du gel et de l'eau. Tout débris, telles les tiges d'armature, doit être soit enlevé, soit pris en considération dans la conception de l'ouvrage.

La largeur des roches, des pierres ou des morceaux de béton doit correspondre au moins au tiers de leur longueur.

| Haut de la page |

Répartition des pierres de différentes tailles

On a constaté qu'une bonne répartition de pierres angulaires de dimensions différentes placées au hasard de façon à former une masse dense donne de meilleurs résultats qu'une masse de grosses pierres parsemées de vides. Autrement dit, il est important de prévoir dans un ouvrage des pierres de tailles différentes afin que les vides se trouvent comblés et que les pierres s'imbriquent les unes dans les autres.

Pour préciser les grosseurs de pierres recherchées au moment de passer une commande, on utilise normalement la valeur D50, qui exprime le diamètre moyen des pierres. Cette valeur indique que le poids total des pierres proviendra à 50 % de pierres d'un diamètre supérieur au D50 et à 50 % de pierres d'un diamètre inférieur au D50 (voir la section précédente sur les dimensions des pierres).

Le tableau 2 présente une bonne répartition de pierres de grosseurs différentes exprimée en pourcentages par rapport au poids total.

Tableau 2. Répartition des roches et des pierres en fonction de leur grosseur

Grosseur	Pourcentage du poids total constitué de pierres de calibre inférieur à la valeur indiquée
3K	100
2K	80
K	50
0,1K	10

K représente la valeur D50 précisée.
Tiré d'un article sur les enrochements publié en 1978 par le ministère des Transports de l'Ontario.

Le tableau qui précède indique, par exemple, que si le D50 = 200 mm (8 po), soit 16 kg (35 lb), c'est dire que 10 % des pierres pèseront 1,6 kg (3,5 lb) ou moins, 50 % des pierres devraient peser 16 kg (35 lb) ou moins, 80 % des pierres, 32 kg (75 lb) ou moins et 100 % des pierres, moins de 48 kg (105 lb). Toujours se rappeler cependant qu'il s'agit là d'une répartition idéale. En pratique, il est impossible d'obtenir une répartition aussi précise. On ne peut en conséquence que tendre vers une répartition aussi proche que possible des valeurs données.

| Haut de la page |

Détermination du diamètre moyen des pierres (d50)

On trouve dans d'autres publications du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario des tableaux qui précisent les dimensions des pierres à rechercher en fonction des débits prévus.

| Haut de la page |

Disposition des enrochements

Des études menées par la United States Corps of Engineers démontrent qu'il n'y a pas plus d'avantages à disposer les pierres une à une à la main qu'à décharger une couche équivalente de pierres de forme angulaire. Le choix d'une méthode plutôt que l'autre doit donc dépendre de l'envergure de l'ouvrage, de l'accessibilité par l'équipement et de la disponibilité de la main-d'oeuvre.

Épaisseur de l'enrochement

Habituellement l'épaisseur de l'enrochement correspond à 1,5 à 2,0 fois le diamètre de la pierre la plus grosse, sous réserve d'un minimum de 0,5 m (18 po). Toutefois, si les plans prévoient une épaisseur différente, celle-ci doit être respectée.

Matériau filtrant

Tout enrochement doit normalement reposer sur un matériau filtrant pour éviter les affouillements sous l'action des eaux souterraines ou superficielles. Il peut s'agir d'un matériau granulaire ou d'un géotextile.

| Haut de la page |

Exigences d'entretien

L'entretien des ouvrages de roches ou de pierres est nécessaire si l'on veut en prolonger la durée de vie utile. Voici les mesures à prendre :

1. Inspecter fréquemment l'ouvrage, surtout après un violent orage. Vérifier si des pierres se sont déplacées. Lorsque des vides se créent, il arrive que des pierres déboulent de plus haut et viennent les combler. Il faut alors remplacer périodiquement les pierres disparues du sommet de l'ouvrage. Il arrive aussi que les vides restent entiers. Dans ce cas, un entretien constant s'impose si l'on veut éviter toute défaillance de l'ouvrage.
2. Surveiller les déplacements de la base ou des fondations, normalement causés par un matériau filtrant mal placé ou endommagé. Pour empêcher l'eau de se frayer un chemin sous le matériau filtrant, en réinstaller un nouveau.
3. Entretenir les ouvrages de lutte contre l'érosion et les ouvrages de drainage situés en amont et en aval, car si ces derniers venaient à céder, ils risqueraient de provoquer la défaillance de l'enrochement sous l'effet de l'affouillement, de l'atterrissement ou d'une augmentation du débit.

| Haut de la page |

Aide technique

On peut consulter des ingénieurs-conseils et des entrepreneurs compétents spécialisés dans les ouvrages de lutte contre l'érosion aux étapes de la conception et de l'aménagement. Les offices de protection de la nature offrent aussi de l'aide technique et peuvent superviser les travaux dans certaines régions de la province. On peut par ailleurs s'adresser au ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario pour de l'information ainsi que d'autres fiches techniques sur le sujet.

Tout ouvrage de lutte contre l'érosion doit obligatoirement respecter les lois et règlements en vigueur, notamment la Loi sur l'aménagement des lacs et des rivières et la Loi sur les pêches.

Le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario ainsi que d'autres organismes peuvent à l'occasion offrir de l'aide financière. Pour en bénéficier, il importe de s'assurer, avant et pendant les travaux, que les critères d'octroi des subventions sont respectés.

Nous remercions le Secrétariat d'État pour sa contribution financière à la réalisation de la présente fiche technique.

Cette fiche a été rédigée à l'origine par R.P. Stone et D. Hilborn, Unité des ressources en génie agricole, Direction de la gestion des ressources, MAAO.

| Haut de la page |

| Page d'accueil du génie |

| Site principal | Commentaires | Recherche | Plan du site | English |
| Page d'accueil | Nouveautés | Calendrier | Produits | Communiqués |

Ontario
Ce site est mis à jour par le gouvernement de l'Ontario, Canada.

Les renseignements de ce site sont fournis à titre de service au public. On ne peut garantir que l'information est à jour ou exacte. Les lecteurs devront vérifier l'information avant de s'en servir.

Vos commentaires et questions techniques à engineering@omafra.gov.on.ca
©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2002
Dernières modifications : 30 mai 2001